

Felderfahrungen mit Wärmepumpen in der Schweiz: Verbesserungspotentiale und zukünftige Entwicklungen

Energieforschungsgespräche Disentis, 25.-27. Januar 2023, Disentis/Mustér

Dr. Cordin Arpagaus
cordin.arpagaus@ost.ch
Tel. +41 81 377 94 34



Institut für Energiesysteme IES
www.ost.ch/ies

Co-Autoren:

- Ralph Kuster
- Michael Uhlmann
- Matthias Berthold
- Mick Eschmann (Leiter WPZ)
- Prof. Stefan Bertsch (Institutsleiter)

Übersicht

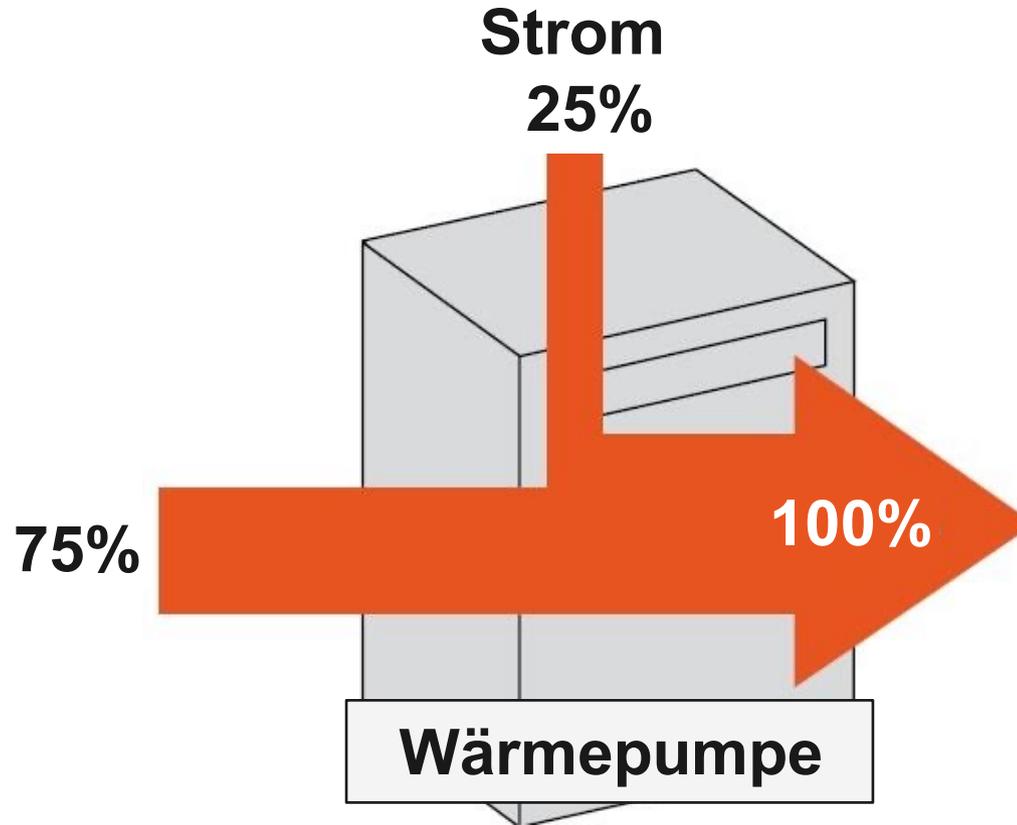
- **Einleitung Wärmepumpen in der Schweiz**
- **Projekt Feldmessungen von Wärmepumpen**
- **Erkenntnisse aus Feldmessungen**
- *Exkurs Wärmepumpen in Berggebieten*



Einleitung

Kurz: Wie funktioniert eine Wärmepumpe?

Umweltwärme



Heizwärme und Warmwasser



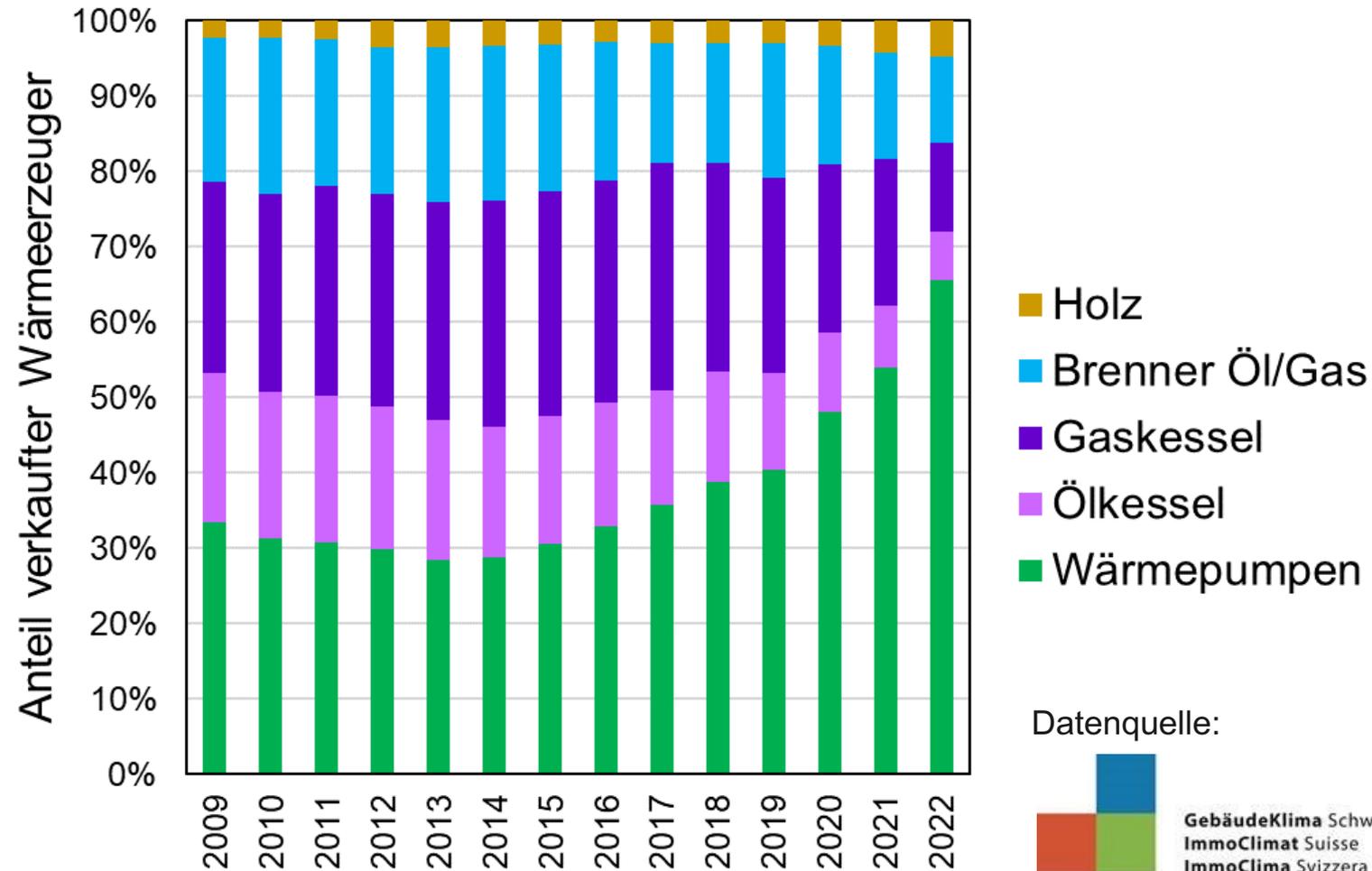
$$COP = \frac{\text{Nutzbare Wärme}}{\text{Strom}} = 4$$

COP = Coefficient of Performance
(Leistungszahl, Effizienz)

Einleitung – Die Bedeutung von Wärmepumpen nimmt in der Schweiz stark zu

Haushalts-Wärmepumpen sind auf dem Vormarsch

Anteil verkaufter Wärmeerzeuger



- 65% der verkauften Wärmeerzeuger sind Wärmepumpen
- Verkäufe von Öl-/Gaskesseln und Brennern gehen sukzessive zurück

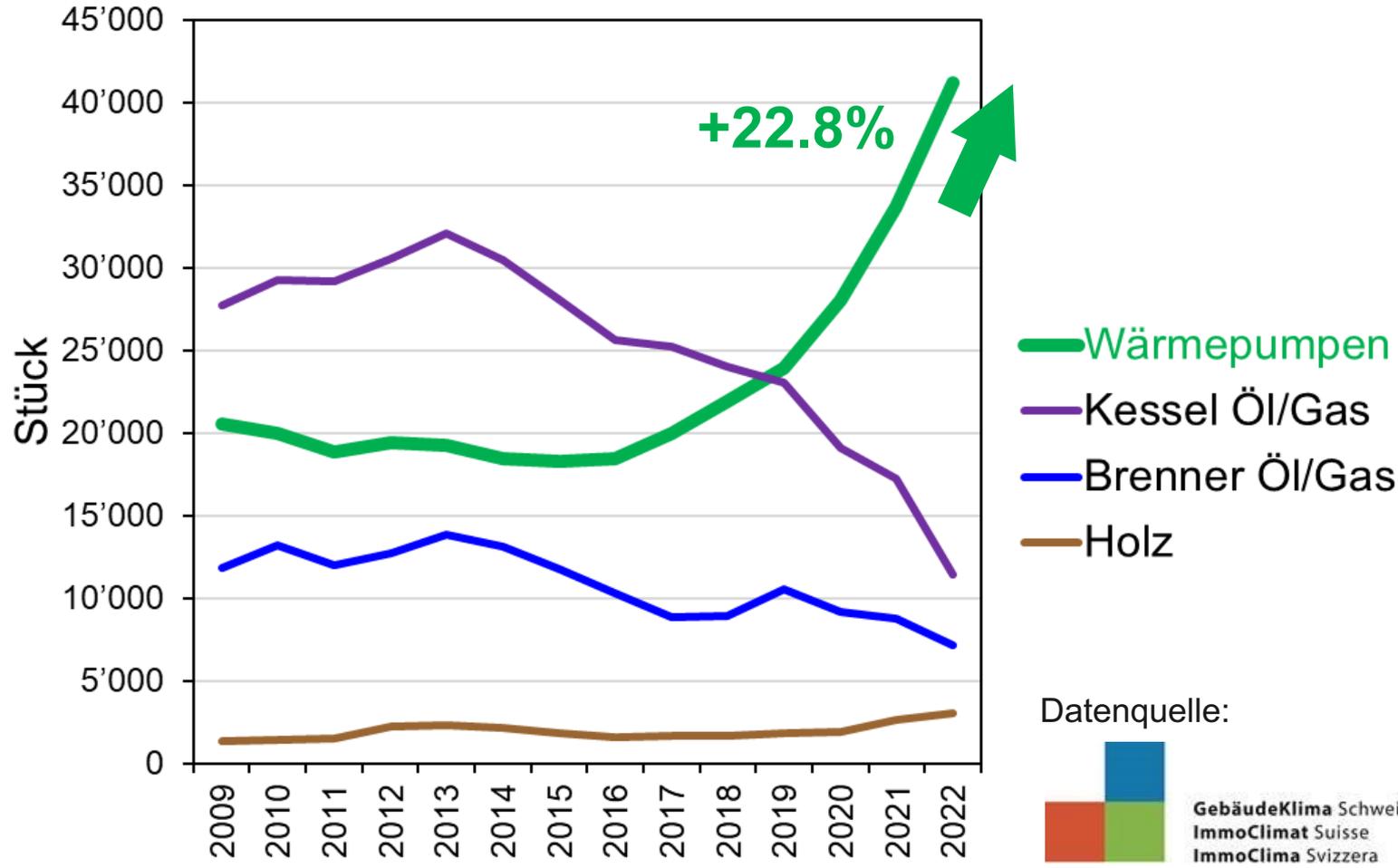
Datenquelle:



Einleitung – Verkaufszahlen

Haushalts-Wärmepumpen sind auf dem Vormarsch

Alle Wärmeerzeuger



■ **+22.8% Wachstumsrate von 2021 bis 2022**

■ **2022: 41'209 Stück**

■ **2021: 33'554 Stück**

davon

85% Luft/Wasser WP

14% Sole/Wasser WP

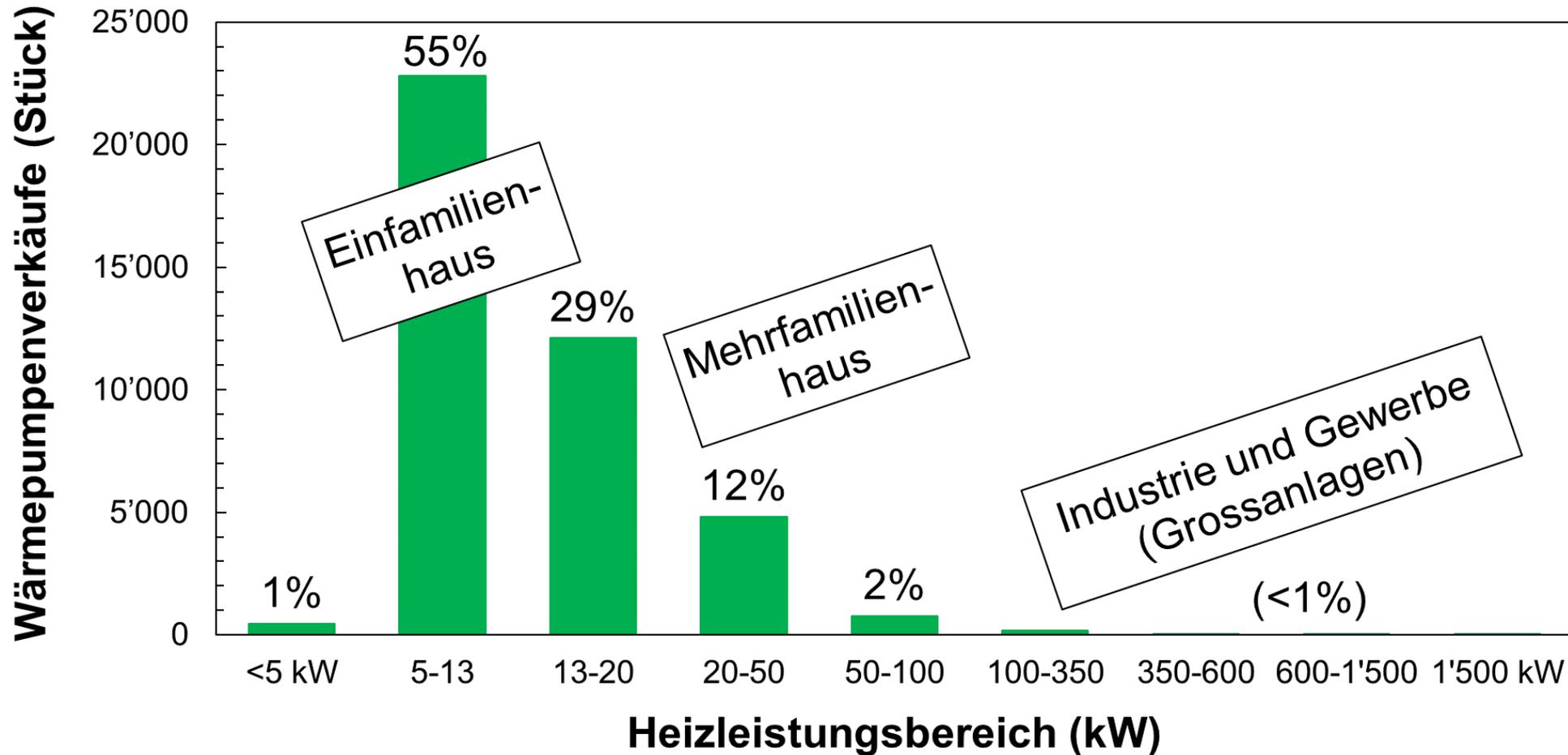
1% Grundwasser WP

Datenquelle:



Einleitung – Verkaufszahlen

Verkaufsstatistik von Wärmepumpen nach Heizleistung



Datenquelle:



Einleitung – Projekt Wärmepumpen Feldmessungen

Wärmepumpen Prüfzentrum (WPZ) an der OST in Buchs SG



IES

INSTITUT FÜR
ENERGIESYSTEME



www.wpz.ch



Einleitung – Projekt Wärmepumpen Feldmessungen

Wärmepumpen Prüfzentrum (WPZ) an der OST in Buchs SG



Wärmepumpen-
Testzentrum

WPZ Buchs

Akkreditierte
Prüfstelle
nach EN17025

Projektdauer:
2015 – 2024



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE



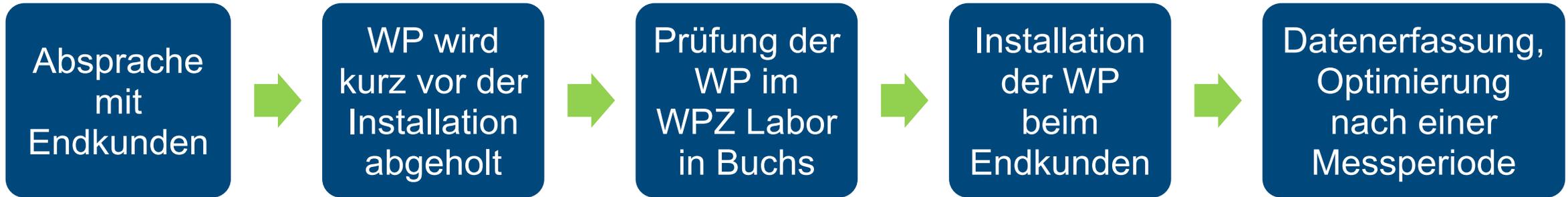
energieschweiz

WPZ
Wärmepumpen-Testzentrum

Ablauf der Feldmessungen

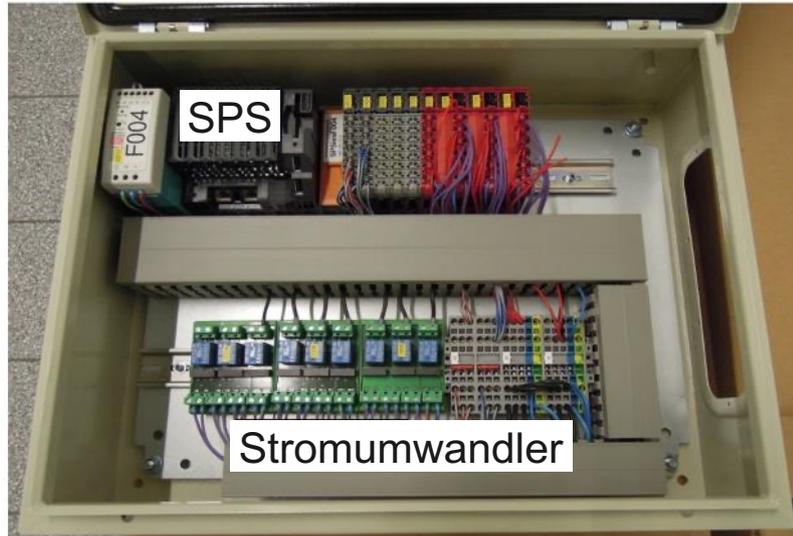
Die Vorgehensweise ist einfach

**Nur neue
Wärmepumpen**



Messtechnik und Datenauswertung der Feldmessungen

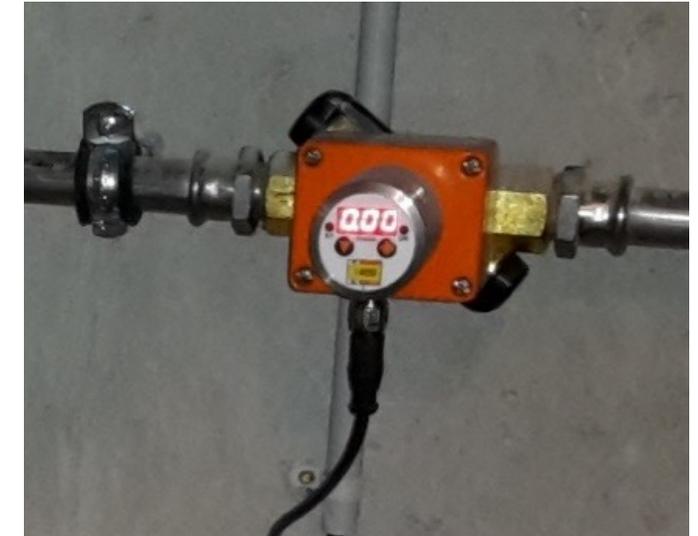
Temperaturen, Durchfluss, Strommessung, SPS



Schaltschrank mit Steuerung,
Datenaufzeichnung und
Stromumwandlung
SPS mit Fernzugriff WLAN,
LAN, GSM



Redundante
Temperaturmessung



Volumenstrommessung
(Ultraschall)

Messgenauigkeit:
Temperaturen : ± 0.1 °C
Durchfluss: <2%
Strommessung: <1%

Betrachtungsgrenzen / Systemgrenzen der Feldmessung

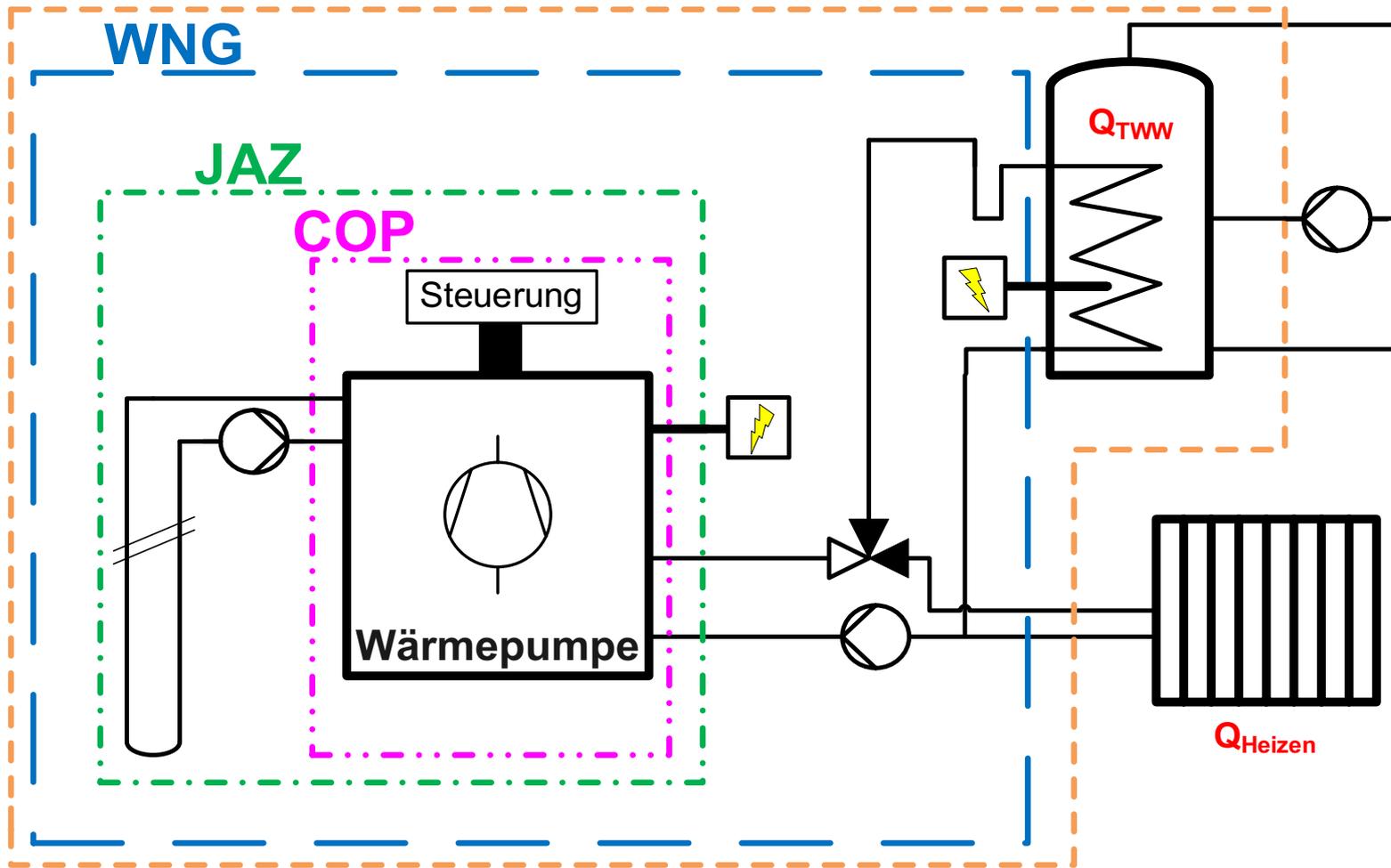
COP vs. JAZ vs. WNG vs. SNG

SNG

WNG

JAZ

COP



Für die Vergleichbarkeit mit anderen Messungen ist die Systemgrenze entscheidend!

COP = Coefficient of Performance

JAZ = Jahresarbeitszahl

WNG = Wärmenutzungsgrad

SNG = Systemnutzungsgrad

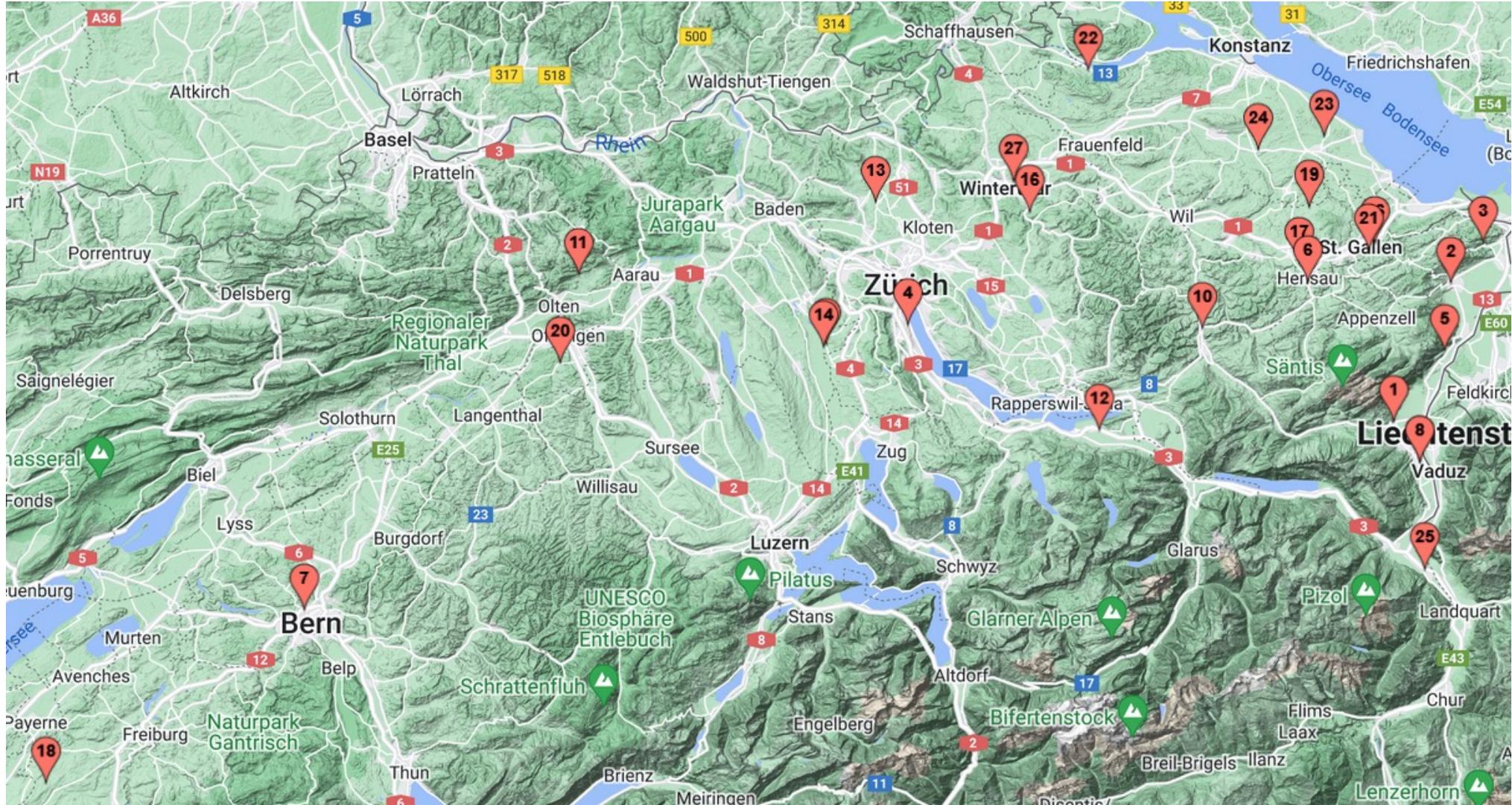
vereinfacht dargestellte Systemgrenzen einer Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Direktheizkreis und Trinkwassererwärmung mittels Speicher

Ziele des Projektes Feldmessungen von Wärmepumpen

- Seit 2015 führt das Wärmepumpen Prüfzentrum (WPZ) und das Institut für Energiesysteme (IES) umfangreiche Feldmessungen von Wärmepumpen im Auftrag von EnergieSchweiz durch. 
- Jedes Jahr werden mehrere WP-Anlagen ins Messprogramm aufgenommen
- **Untersuchung der Effizienz von Wärmepumpen im Praxistest Heizbetrieb und Trinkwarmwassererzeugung (TWW)**
- **Untersuchung des Performance Gaps**
→ Laborwerte → verkaufte Anlagen → Betrieb im Feld
- **Optimierungspotential identifizieren**
- **Erarbeitung von Empfehlungen für Hersteller, Installateure, und Planer**

Feldmessungen von Wärmepumpen

Standorte der Wärmepumpenanlagen im Feld



Publikationen

- [Jahresbericht Feldmessungen 2017](#)
- [Jahresbericht Feldmessungen 2018](#)
- [Jahresbericht Trinkwassererwärmung 2018](#)
- [Schlussbericht Feldmessungen 2019](#)
- [Jahresbericht Feldmessungen 2020](#)
- [Jahresbericht Feldmessungen 2021](#)
- [Jahresbericht Feldmessungen 2022](#)
- [Ausblick auf mögliche Entwicklungen von WP-Anlagen bis 2050](#)

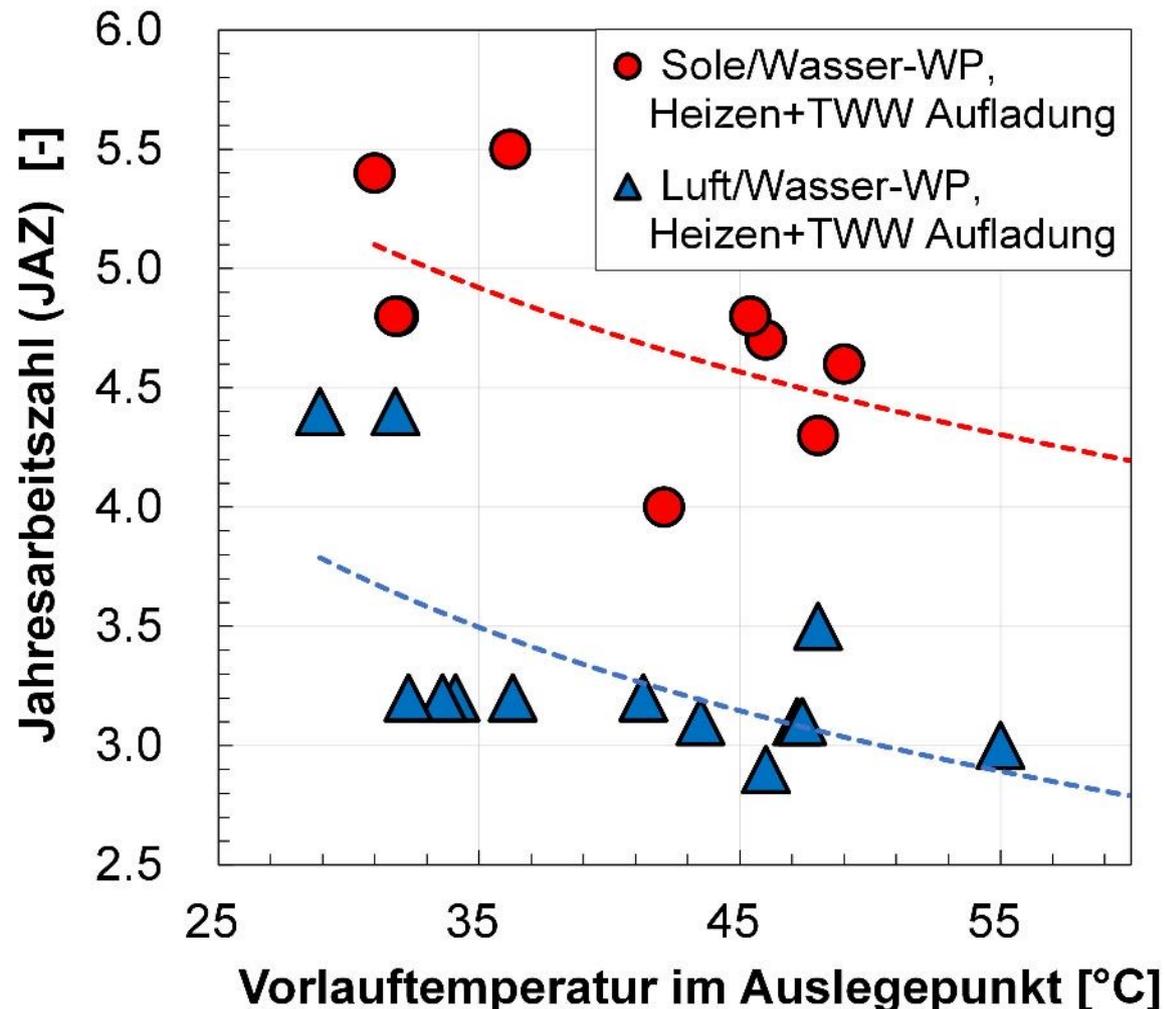
Berichte in planer+installateur

- [Teil 1: Wie gut sind aktuelle Wärmepumpen im Feld?](#)
- [Teil 2: Trinkwassererwärmung mit Wärmepumpen](#)
- [Teil 3: Wärmepumpen als Ersatz fossiler Heizungen in Bestandsgebäuden](#)
- [Teil 4: Vorgangsweise bei Feldmessungen](#)
- [Teil 5: Typische Installationsfehler Wärmepumpenanlagen](#)

Mehr Infos unter www.wpz.ch

Ergebnisse aus den Feldmessungen

Effizienz nach Vorlauftemperatur im Auslegepunkt



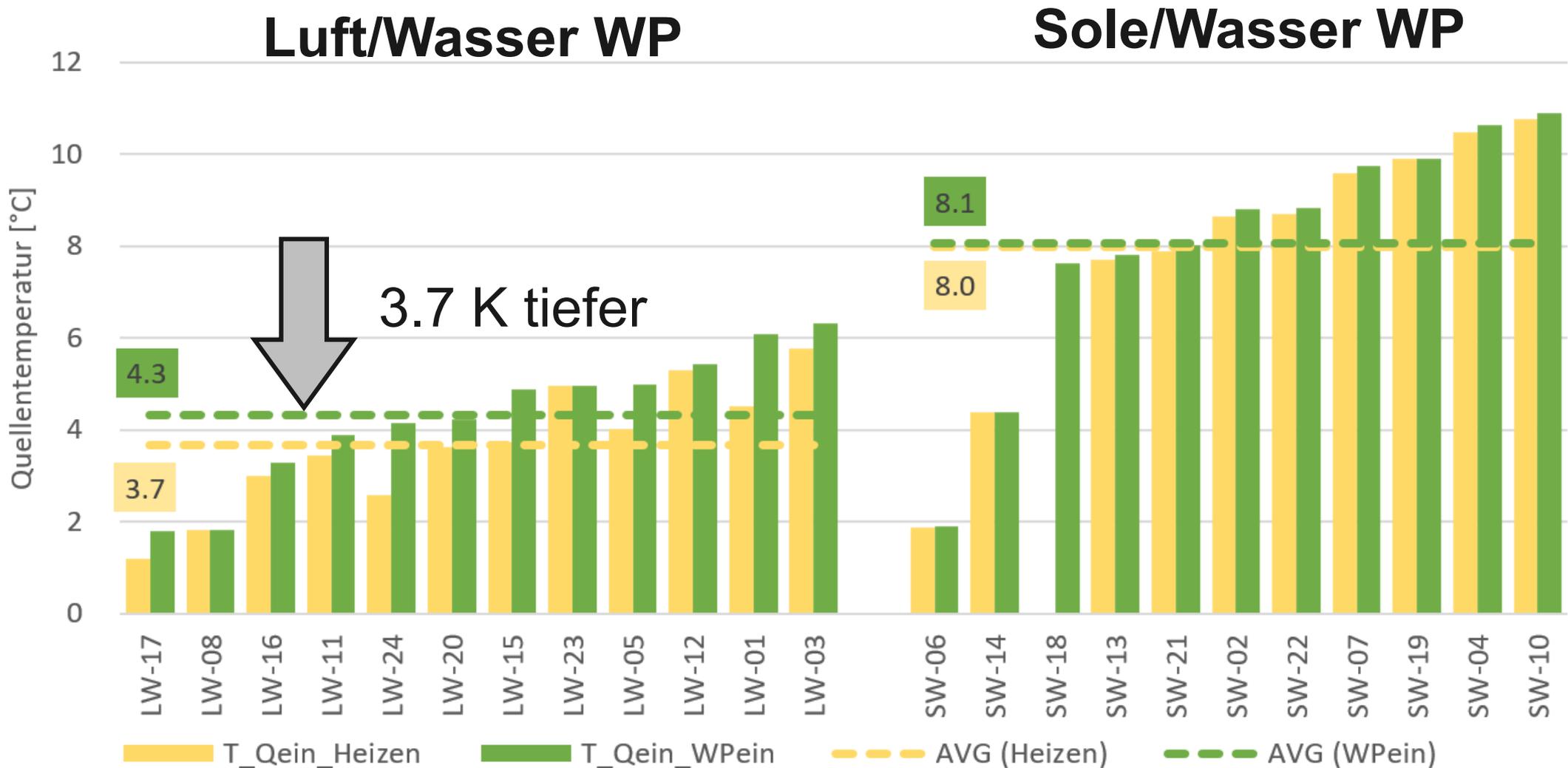
- **Sole/Wasser WP** sind effizienter als **Luft/Wasser WP** weil stabilere Quellentemperatur aus Erdwärme
- Die Vorlauftemperatur ist das wichtigste Kriterium für die Effizienz

Empfehlung:

- **Sole/Wasser WP** in der Sanierung mit 40 bis 45 °C
- **Luft/Wasser WP** im Neubau mit 30 bis 35 °C

Ergebnisse aus den Feldmessungen

Vergleich der Quellentemperaturen im Jahresmittelwert



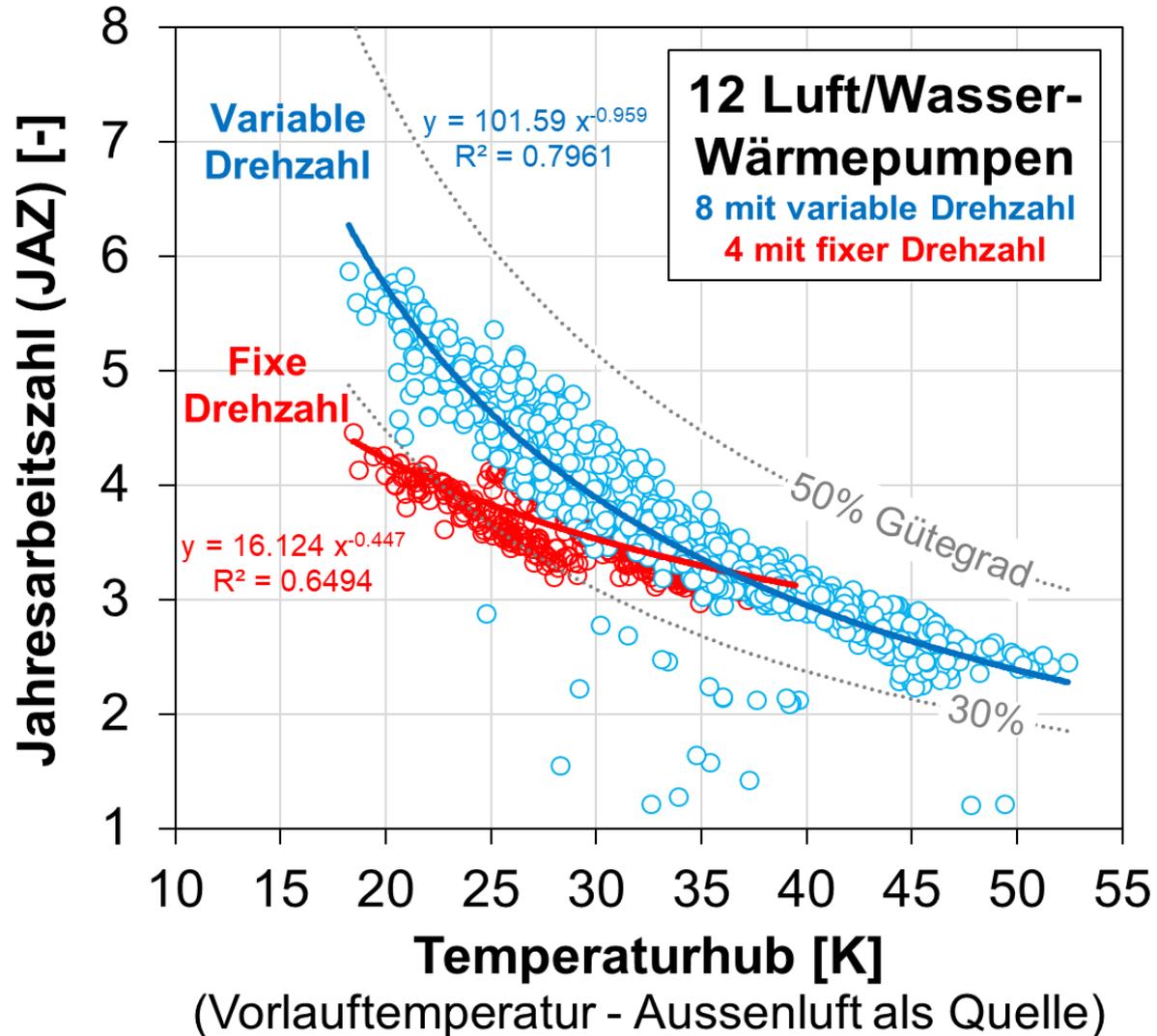
Ergebnisse aus den Feldmessungen

Zukünftige Entwicklung der JAZ bis 2050

	2018 (Stand heute)			Entwicklung 2050 Rechnung mit Gütegrad $\eta = 0.60$		
WP-Typ	JAZ Heizen [-]	JAZ TWW [-]	JAZ Heizen & TWW [-]	JAZ Heizen [-]	JAZ TWW [-]	JAZ Heizen & TWW [-]
	Vorlauftemperatur im			NEUBAU mit 35 bis 30 °C		
S/W	5.7	3.2	4.9	8.4	4.7	7.9
L/W	3.7	2.8	3.5	6.5	4.9	6.3
	Vorlauftemperatur in der			SANIERUNG mit 45 bis 40 °C		
S/W	5.0	3.2	4.6	6.6	4.7	6.0
L/W	3.3	2.8	3.1	5.2	4.9	5.1
	Vorlauftemperatur im			ALTBAU mit 55 bis 50 °C		
S/W	4.4	3.2	4.3	4.9	4.7	4.8
L/W	2.9	2.8	2.8	4.6	4.9	4.5

- Durchschnittliches Szenario mit 60% Gütegrad (thermodynamisches Limit)
- Bis 2050 JAZ von 6.3 (Luft/Wasser WP) bzw. 7.9 (Sole/Wasser WP)
- Voraussetzung: wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen werden so gelegt, dass die Industrie die WP-Technologie weiterentwickelt (z.B. Kältemittel, Kältekreissystem, Digitalisierung, Regelung)

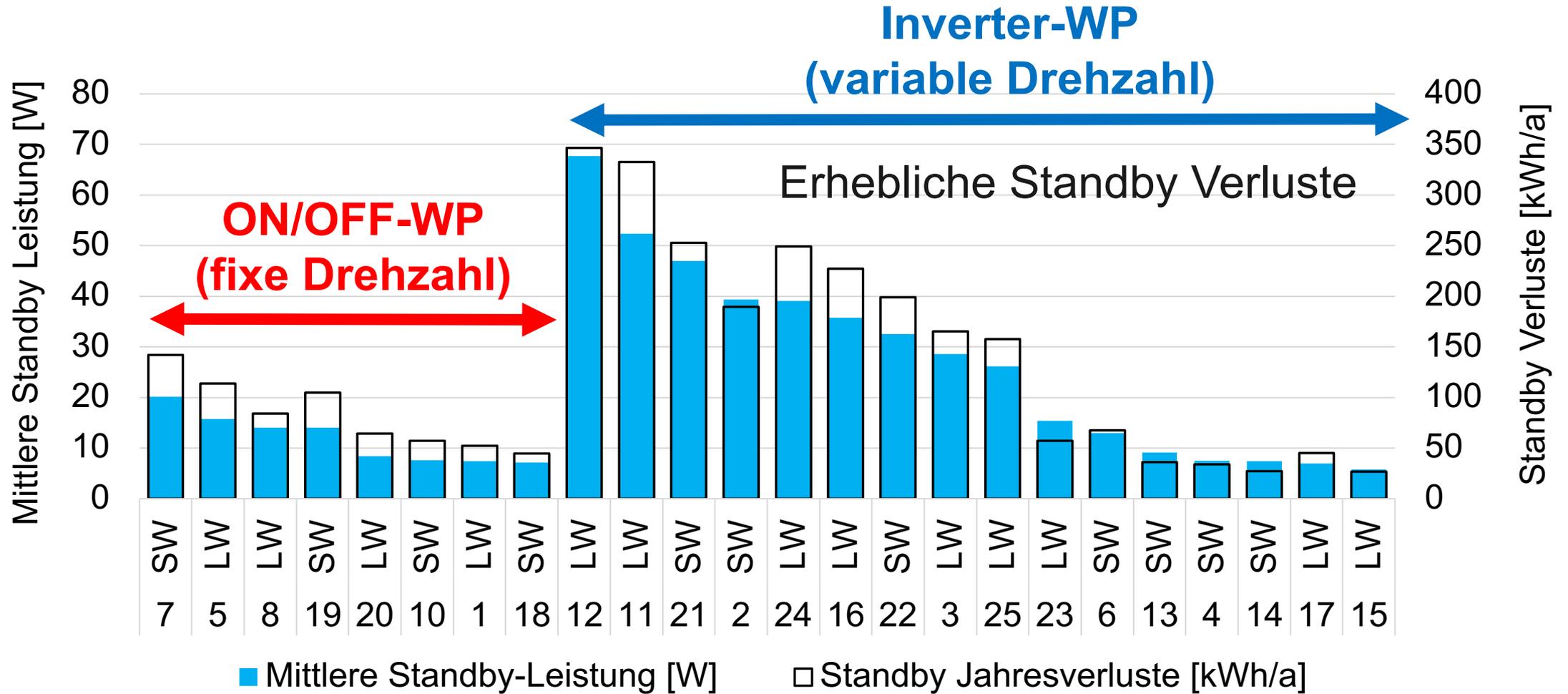
Effizienzvorteil von drehzahlvariablen Wärmepumpen mit Inverter



- Vergleich der JAZ von Luft/Wasser WP mit fixer und variabler Drehzahl
- Bei 25 K Temperaturhub (Vorlauftemperatur minus Aussenlufttemperatur) sind Luft/Wasser WP mit Inverter durchschnittlich 22% effizienter
- Bei 40 K Hub sind beide Typen etwa gleich effizient
- Inverter WP profitieren von kleineren ΔT in Wärmeübertragern im Teillastbetrieb
- **Empfehlung:**
Drehzahlvariable Luft/Wasser WP besonders geeignet für Neubauten mit niedrigeren Vorlauftemperaturen (z.B. Fussbodenheizung)

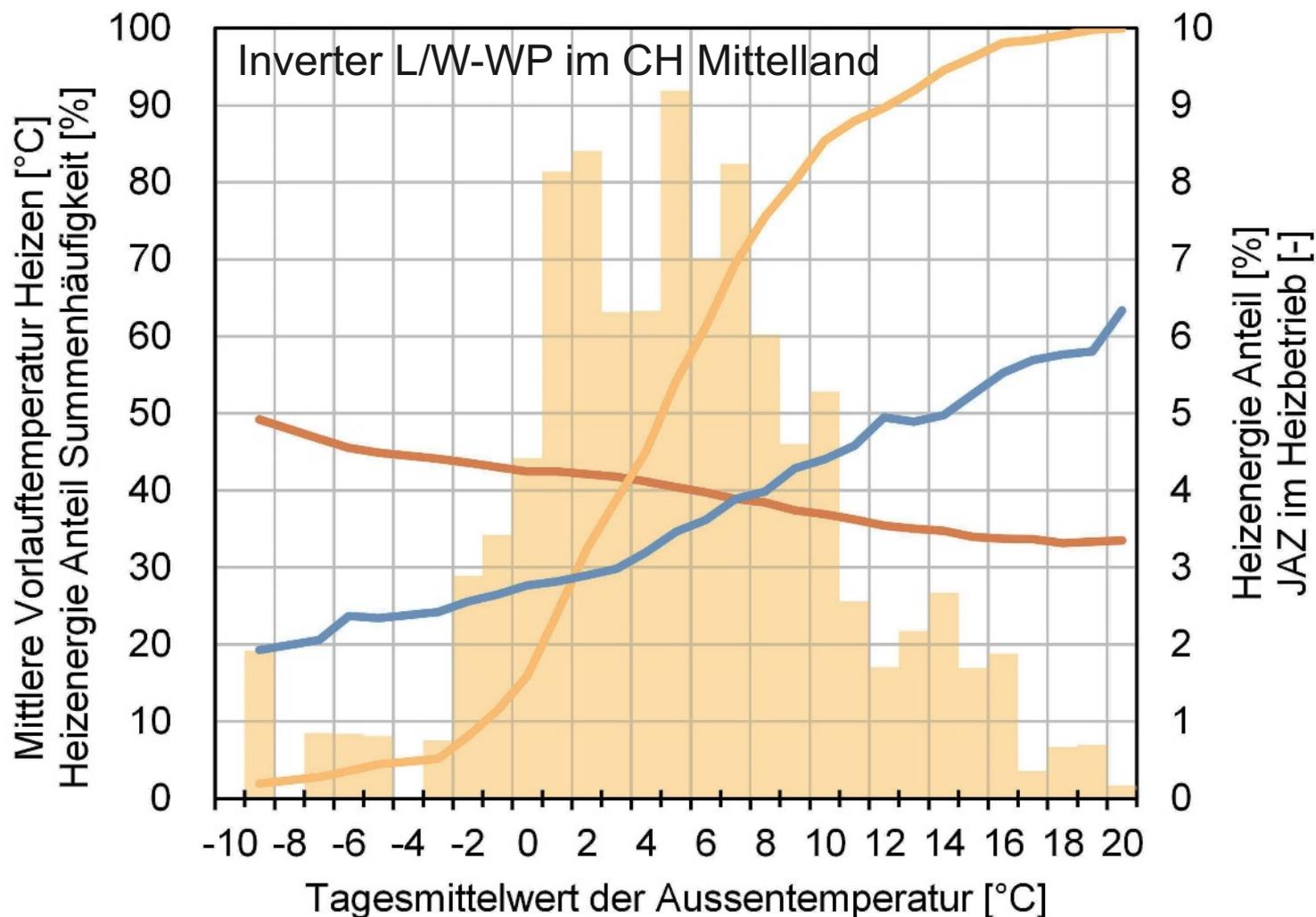
Ergebnisse aus den Feldmessungen

Vergleich der Standby-Stromverbrauch



Ergebnisse aus Feldmessungen

Hauptheizenergiebedarf liegt zwischen 0 bis 10 °C Aussentemperatur



■ Rund 80% Heizenergiebedarfs zwischen 0 bis 10 °C Aussentemperatur

■ Nur rund 15% des Heizwärmebedarfs bei Frosttagen unter 0 °C

■ Heizenergie Anteil [%]

■ VL-Temperatur Heizen [°C]

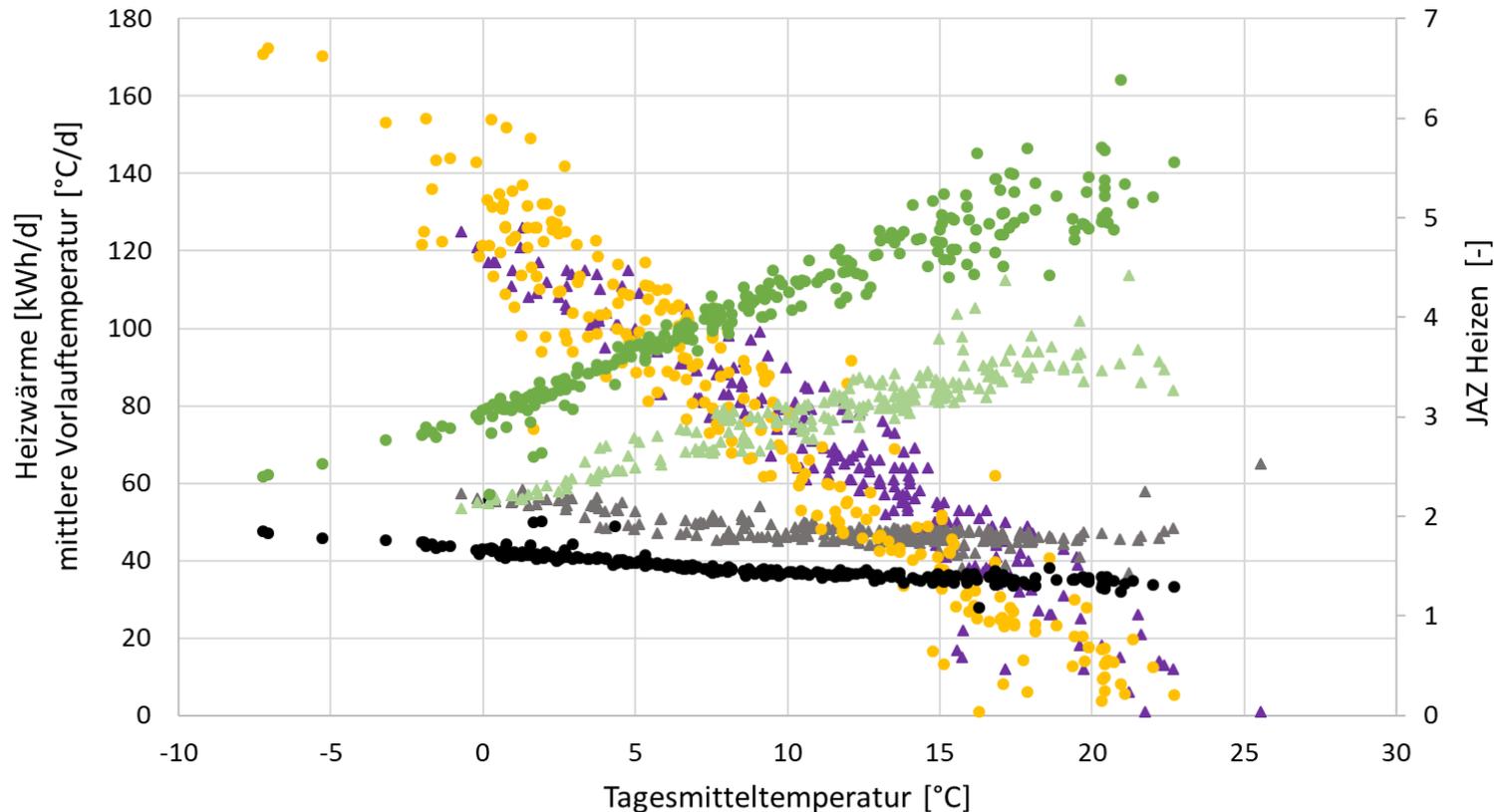
■ Heizenergie Anteil (Summenhäufigkeit) [%]

■ JAZ im Heizbetrieb [-]

Fazit: WP muss v.a. in der Übergangszeit für den grössten Wärmebedarf effizient arbeiten

Ergebnisse aus Feldmessungen

Effizienzpotenzial bei einer Senkung der Vorlauftemperatur

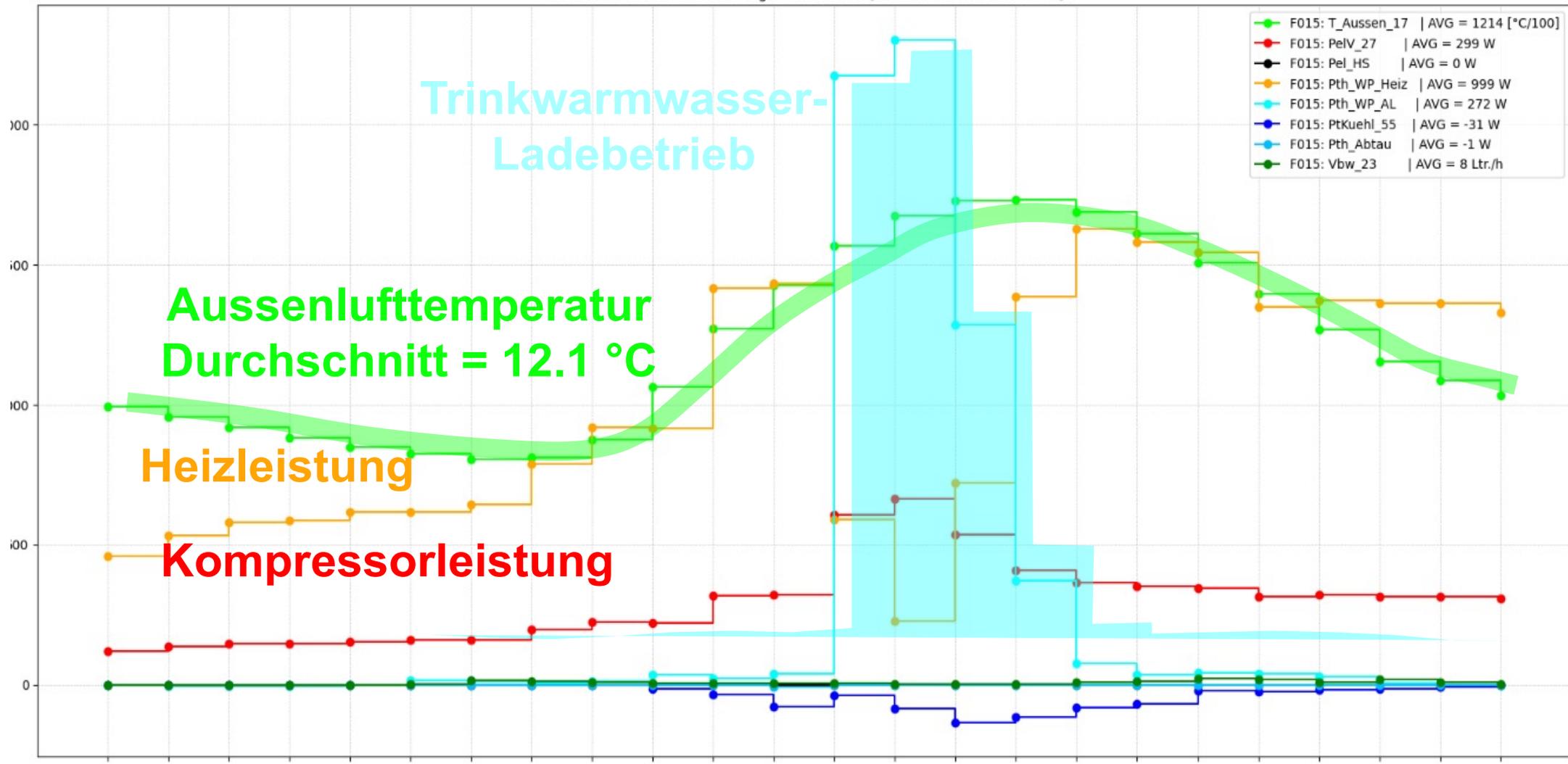


▲ Heizwärme 2017 [kWh] ▲ Vorlauftemperatur 2017 [°C] ● Heizwärme 2018 [kWh]
● Vorlauftemperatur 2018 [°C] ▲ JAZ Heizen 2017 [-] ● JAZ Heizen 2018 [-]

- Gleichbleibender Wärmebedarf = gleicher Komfort
- Senkung der Vorlauftemperatur um 10 K
- Steigerung der JAZ um 40%

Ergebnisse aus Feldmessungen

Optimal eingestellte WP Anlage (WW-Ladebetrieb um 12:00-15:00)



Zusammenfassung

- Insgesamt laufen Wärmepumpen im Feld gut und erreichen hohe Effizienz (bei keiner Anlage wurden grosse Fehler entdeckt)
- Einzelne Optimierungspotenziale gibt es vor allem in der korrekt eingestellten Regelung (WW-Programm zuerst mit WP vorheizen, Heizkurve und obere Heizgrenze an Gebäude anpassen, VL-Temperatur so tief wie möglich, Zusammenspiel WP Regler mit Haustechnik-Regler)
- Richtige Dimensionierung, Integration und Parametrierung sind der Schlüssel
- Monitoring ist empfehlenswert

Sole/Wasser WP

- erreichen die **höchste Effizienz (JAZ)** mit Erdwärmesonden
- **in der Sanierung** zu bevorzugen (für höhere VL-Temperaturen und höhere Heizleistungen)

Luft/Wasser WP

- mit drehzahlgeregelten Verdichter besonders geeignet **für neue Wohngebäude** mit niedrigen VL-Temperaturen (z.B. Fussbodenheizung)
- deckten auch an kalten Wintertagen den Wärmebedarf ab
- eine **Zeitsteuerung der Trinkwarmwasser-Aufladung** über den Tag ist sinnvoll (am warmen Nachmittag steigern höhere Aussenlufttemperaturen die Effizienz)

Ergebnisse aus Feldmessungen

Interesse an einer Teilnahme in den Feldmessungen?

- Hochpräzise Messtechnik vor Ort
- Kostenloses Monitoring der Betriebsweise und Optimierungsvorschläge
- Komplett anonymisierte Datenerhebung

Voraussetzung:

- Noch nicht installierte Wärmepumpe mit ca. 20 bis 30 kW Heizleistung in einem MFH
- Keine Bivalentanlage (keine Solarthermie und sonstige zusätzliche Wärmeerzeuger)

Kontakt für interessierte Eigentümer, Verwaltungen, Installateure

- Mick Eschmann, Leiter WPZ
- Tel. +41 81 755 34 02
- E-mail: mick.eschmann@ost.ch

WPZ

Wärmepumpen-Testzentrum

Mehr Infos unter www.wpz.ch

Exkurs

Wärmepumpen in Berggebieten

Wärmepumpen in Berggebieten

Ein paar Zahlen aus dem Kanton Graubünden

Daten vom Amt für Energie
und Verkehr Graubünden, 25.1.2023

Total gibt es in Graubünden:

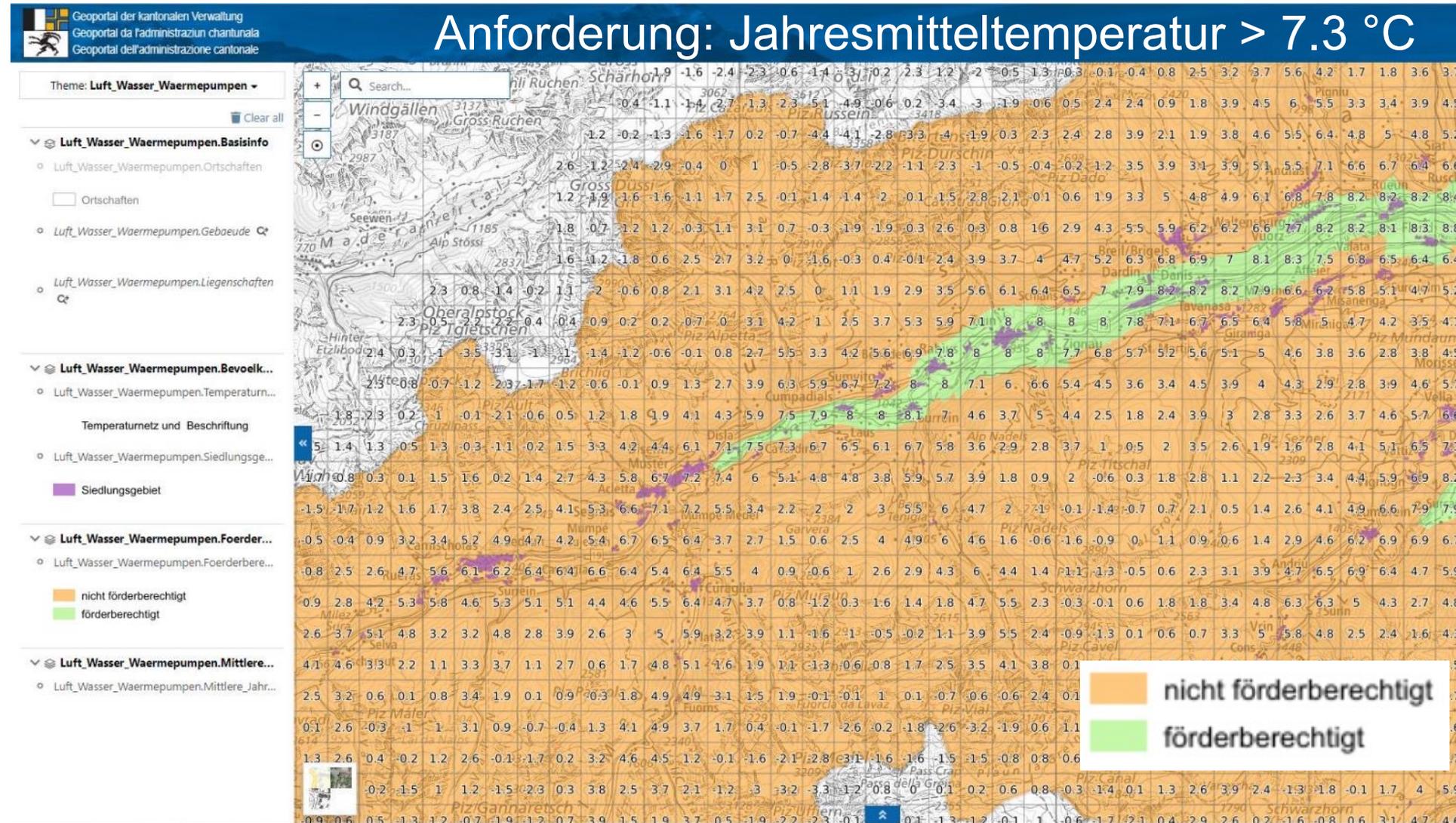
- 8'701 Sole/Wasser WP
- Anzahl Luft/Wasser WP nicht bekannt (dürfte jedoch deutlich höher sein als Sole/Wasser WP, siehe Förderzahlen)
- 478 Wasser/Wasser WP

Anzahl geförderte und ausbezahlte Wärmepumpen in Graubünden seit 1.1.2017:

- 488 Sole/Wasser WP
- 771 Luft/Wasser WP
- Tendenz stark steigend! Verdoppelung der Fördergesuche für erneuerbare Heizsysteme im letzten Jahr, insbesondere Wärmepumpen
- Gründe: gesetzliche Bestimmungen (gültig ab 1.1.2021 www.energienachweis.gr.ch), Energiemangellage, Aktionsplan «GREEN DEAL» (Verdoppelung der Förderbeiträge)

Förderung von Wärmepumpen in Berggebieten

Förderfähige Gebiete für Luft/Wasser WP im Kanton Graubünden



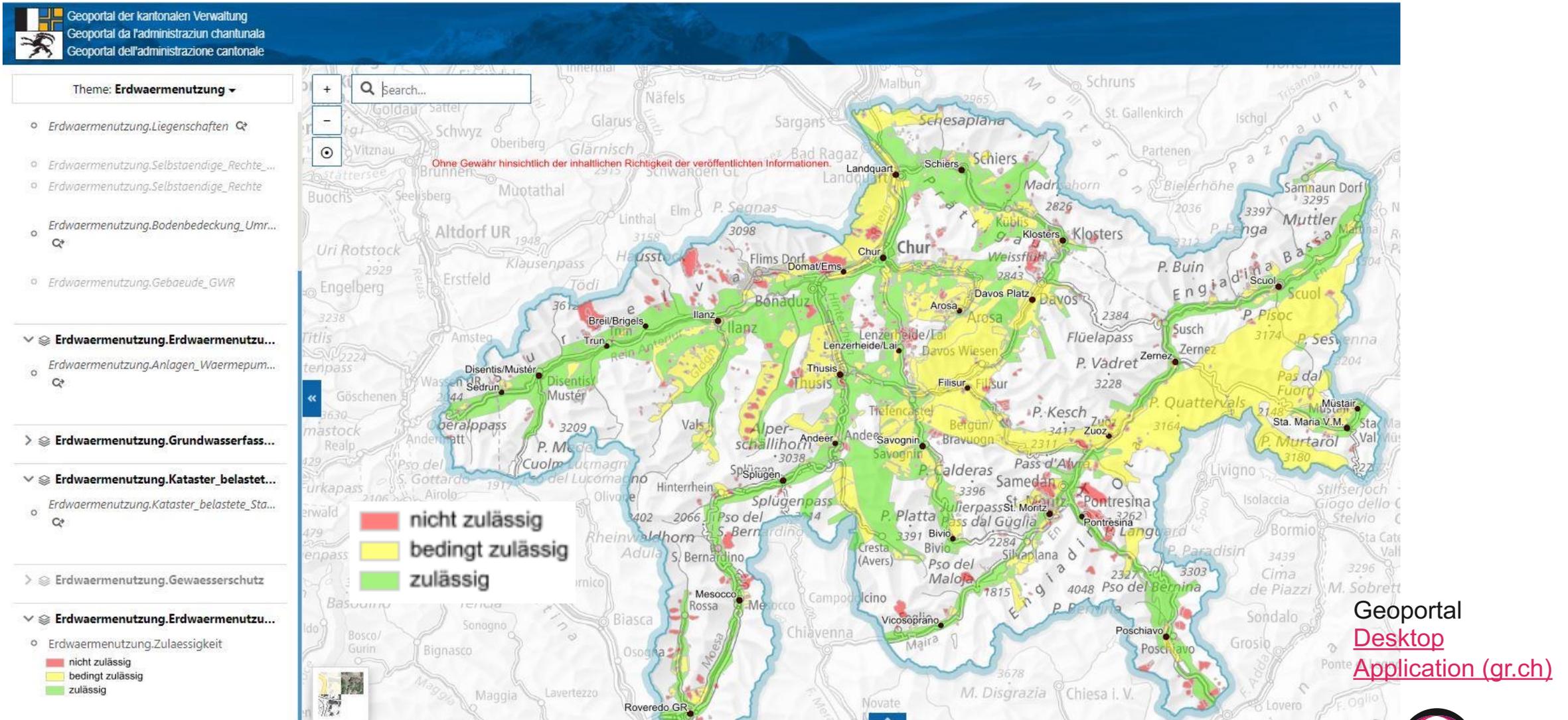
Gilt nicht für bivalent betriebene Luft/Wasser-WP (Hier Nachweis dass COP ≥ 3.1 bei A2/W35)

[Link zum Förderprogramm](#)

Geoportale mit überlagertem Temperaturnetz:
[Desktop](#)
[Application \(gr.ch\)](#)

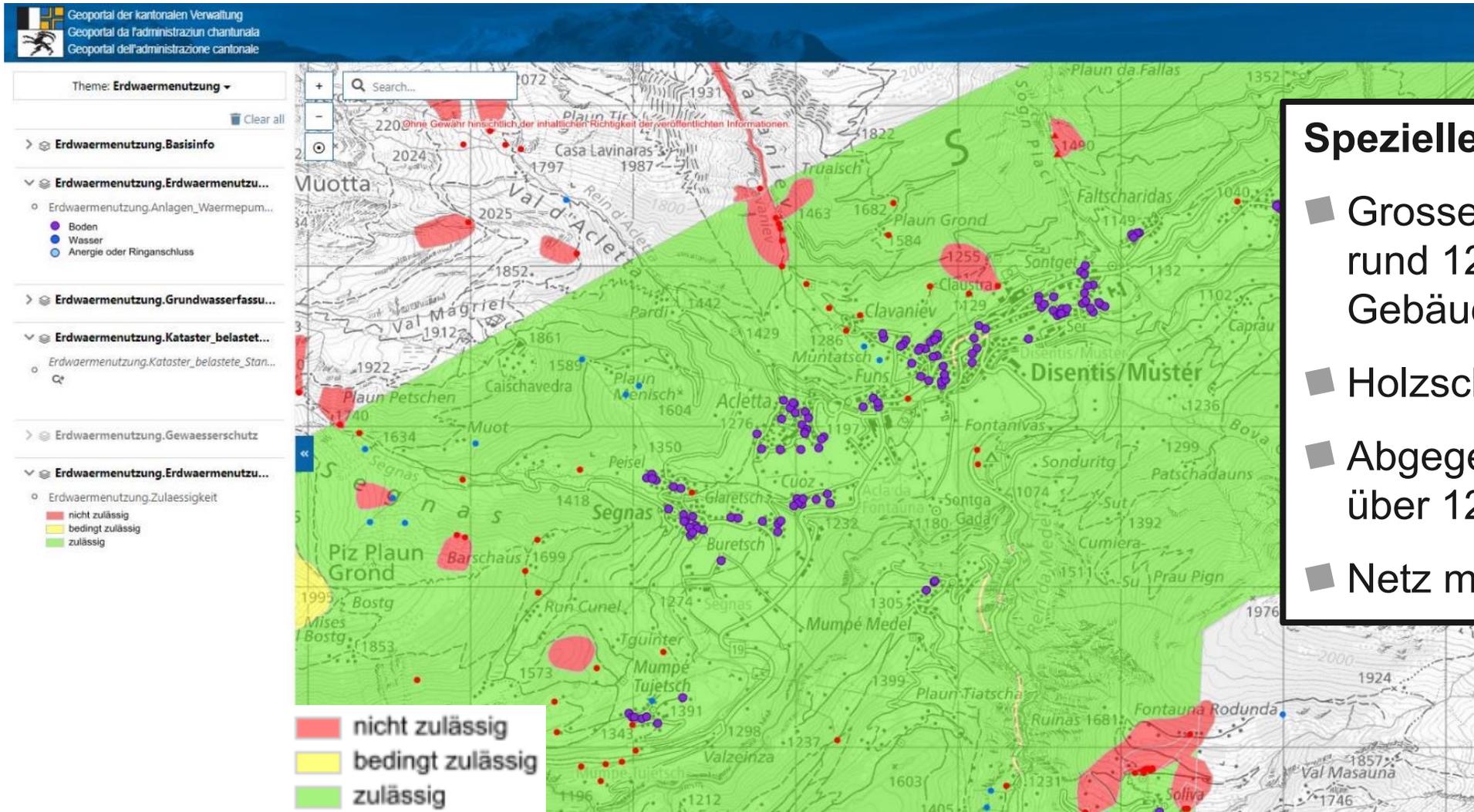
Erdwärmennutzung für Sole/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Zulässige Erdwärmennutzung im Kanton Graubünden



Erdwärmennutzung für Sole/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Erdwärmennutzung in Disentis



Spezielle Situation in Disentis:

- Grosser Wärmeverbund mit rund 120 angeschlossenen Gebäuden
- Holzschnitzelheizung
- Abgegebene Wärmemenge ist über 12 Mio. kWh
- Netz misst rund 8.5 km

Geoportal
[Desktop](#)
[Application \(gr.ch\)](#)

Beispiele von installierten Luft/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Luft/Wasser WP Anlagen seit 2 bis 12 Jahre in Betrieb



1'600 m.ü.M.
EFH nahe
Engelberg
160 m²
Altbau aus 1986
nur Radiatoren



1'400 m.ü.M.
Ferienhaus in
Adelboden
150 m² mit
Fernüberwachung
hauptsächlich
Winterbetrieb



1'950 m.ü.M.
MFH in
Bettmeralp
Sanierung mit
Radiatoren



1'000 m.ü.M.
MFH in
Triesenberg
4-er Kaskade
AIR 41 mit
100 kW bei A-7



1'300 m.ü.M.
MFH in **Falera**
6 Wohnungen
Altbau mit
Radiatoren und
Fussboden-
heizung



1'650 m.ü.M.
MFH in **Davos**
8 Wohnungen
mit Radiatoren
35 kW
seit 2011
in Betrieb

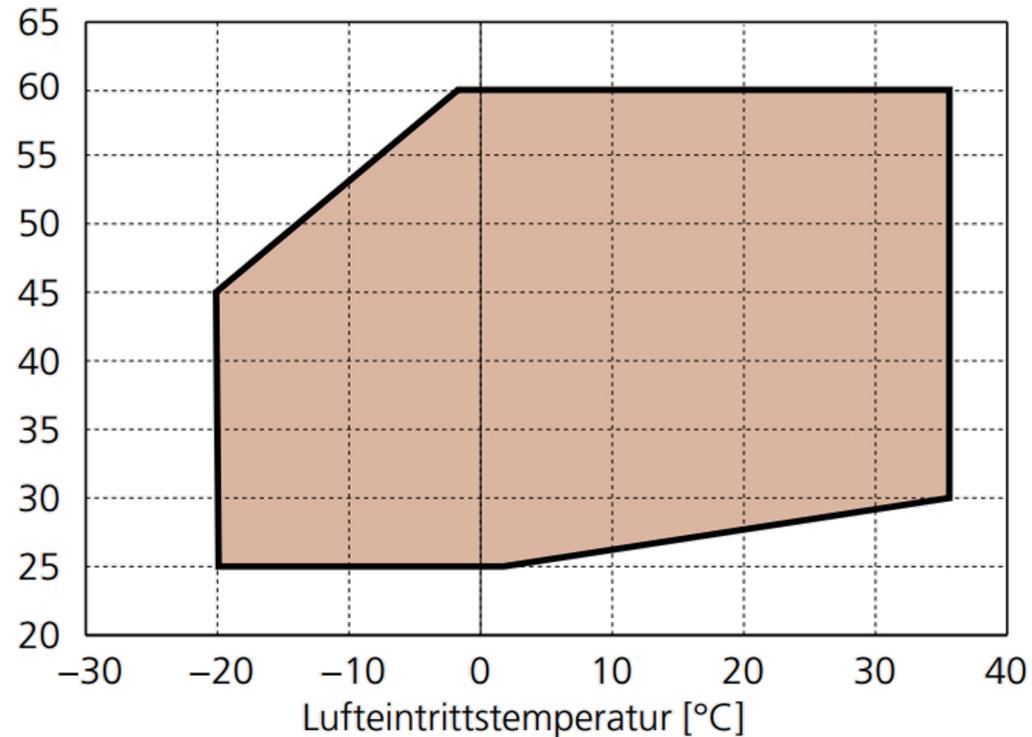
Fotos: Ochsner Wärmepumpen GmbH

- Luft/Wasser Wärmepumpen laufen bis -23 °C problemlos
- Bei sehr tiefen Aussentemperaturen fällt die Vorlauftemperatur leicht ab
- Elektrische Notheizung ist integriert, um minimal nachzuheizen, was die Wärmepumpe nicht schafft

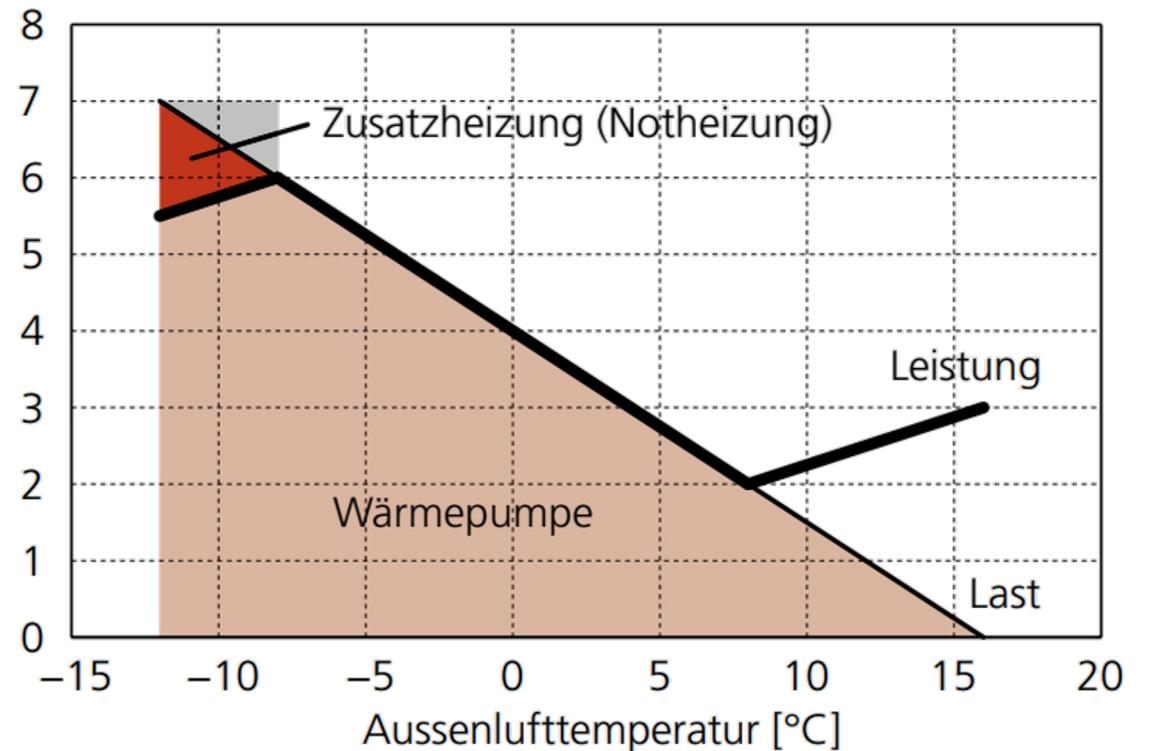
Beispiele von installierten Luft/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Typische Einsatzgrenzen und Zusatzheizung (Notheizung)

Vorlauftemperatur [°C]



Leistung/Last [kW]



- Bivalenzpunkt in Berggebieten bei -10 °C (-7 oder -8 °C), ist Installateur abhängig
- In Zukunft vermehrt Propan-WP mit flexibleren Einsatzgrenzen, auch 50 °C bei tiefen Aussentemperaturen (A-20)

Bilder: EnergieSchweiz

Beispiele von installierten Luft/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Sanierung Ölheizung Ferienhaus Lenzerheide (1'476 m.ü.M.)

Luft/Wasser Wärmepumpe Monoblock mit 11 kW Heizleistung bei A-7/W35



- Radiatorenheizung und Warmwasseraufbereitung
- Fernwartung über eine App

Fotos: Heim AG Heizsysteme

Beispiele von installierten Luft/Wasser Wärmepumpen in Berggebieten

Sanierung Elektrospeicherheizung Mehrzweckgebäude in Tschierschen (1'340 m.ü.M.)

Luft/Wasser Wärmepumpe Splitbauweise mit 58 kW Heizleistung bei A-7/W35

- Regelung von 4 Heizgruppen und Warmwasseraufbereitung



Fotos: Heim AG Heizsysteme

Beispiele von installierten Wärmepumpen in Berggebieten

Weitere Beispiele mit Inbetriebnahmedatum 2019 bis 2022

Nr.	Postleitzahl	Ortschaft	m.ü.M.	WP Typ	Heizleistung [kW] A-7/W35, B0/W35	Heizleistung [kW] A-7/W52, B0/W55	EFH/ MFH	Wärmeabgabesystem	Mit BWW Bereitung	Mit Energie- Management oder Gebäudeleitsystem	PV vorhanden	Inbetrieb- name Datum	JAZ (Heizen)	JAZ (BWW)
1	3818	Grindelwald	1'034	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	07.2022	-	-
2	3818	Grindelwald	1'034	L/W	12.9 (88%)*	13.4	MFH	Kombiniert	Ja	Nein	Nein	09.2021	-	-
3	3818	Grindelwald	1'034	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	11.2022	-	-
4	3818	Grindelwald	1'034	L/W Split	12.6 (88%)*	13.3	EFH	Kombiniert	Ja	Ja	Ja	10.2022	-	-
5	3818	Grindelwald	1'034	L/W Split	12.6 (88%)*	13.3	EFH	Radiatoren	Ja	Ja	Ja	10.2022	-	-
6	3818	Grindelwald	1'034	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	11.2022	-	-
7	3818	Grindelwald	1'034	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Ja	Ja	12.2022	-	-
8	3818	Grindelwald	1'034	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	05.2022	-	-
9	3818	Grindelwald	1'034	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	11.2022	-	-
10	3775	Lenk im Simmental	1'068	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	05.2022	-	-
11	3953	Albinen	1'300	L/W Split	12.6 (88%)*	13.3	EFH	Kombiniert	Ja	Nein	Nein	06.2020	-	-
12	3953	Albinen	1'300	L/W Split	8.3 (88%)*	8.8	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	07.2021	-	-
13	3935	Bürchen	1'360	L/W Split	8.3 (88%)*	8.8	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Ja	01.2020	-	-
14	3935	Bürchen	1'360	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Ja	09.2021	-	-
15	3925	Grächen	1'619	L/W Split	12.6 (88%)*	13.3	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Ja	09.2020	3.6	3.2
16	3954	Leukerbad	1'411	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Ja	06.2022	-	-
17	3911	Ried-Brig	918	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	10.2022	4.7	3.4
18	7188	Sedrun	1'450	S/W	10.6	9.0	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Ja	10.2022	-	-
19	7186	Segnas	1'331	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	12.2019	-	-
20	7537	Müstair	1'273	L/W	27.8	28.3	Gewerbe	Kombiniert	Ja	Nein	Nein	10.2019	-	-
21	8843	Oberiberg	1'130	S/W	15.8	14.3	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Ja	01.2022	-	-
22	8843	Oberiberg	1'130	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Radiatoren	Ja	Nein	Nein	12.2020	-	-
23	8843	Oberiberg	1'130	L/W	12.9 (88%)*	13.4	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Ja	06.2020	-	-
24	8840	Einsiedeln	882	L/W	9.1 (88%)*	9.0	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	08.2021	-	-
25	1873	Val-d'Illeiez	948	S/W	15.8	14.3	EFH	Fussbodenheizung	Ja	Nein	Nein	09.2022	-	-

*Prozentangabe im Klammern bezieht sich auf die Kompressordrehzahl

Daten: SOLTOP Energie AG

Heizgradtage (HGT, Jahreswerte) – gemäss SIA Norm

Tendenz sinkend in Disentis (1'197 m.ü.M.)

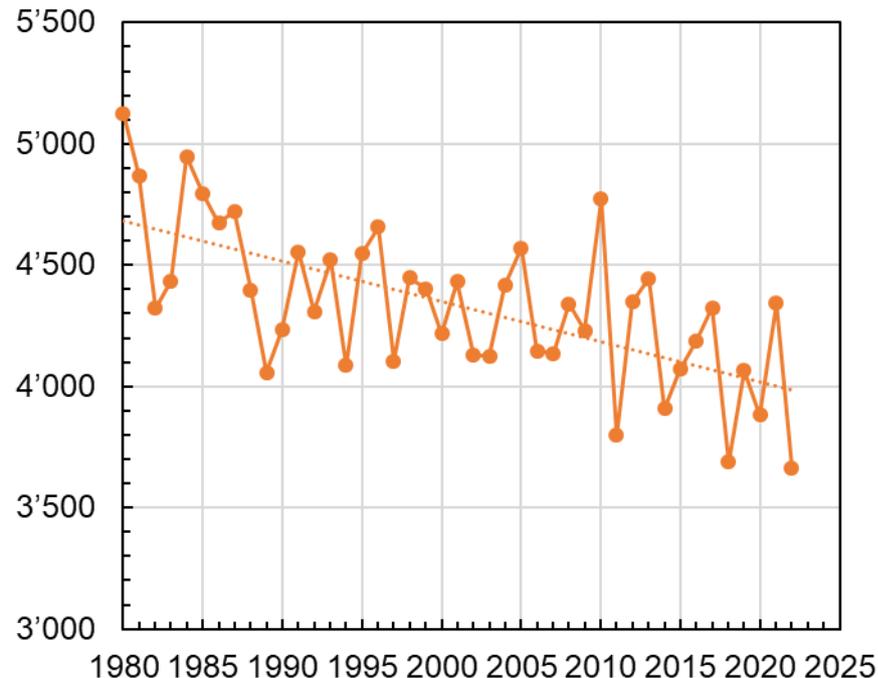
Heizgradtage 1980 bis 2022,

Disentis, 1'197 m.ü.M

Jahreswerte

Heizgrenze 12 °C

Raumtemperatur 20 °C



Datenquelle: SwissMetNet Station Disentis (DIS)

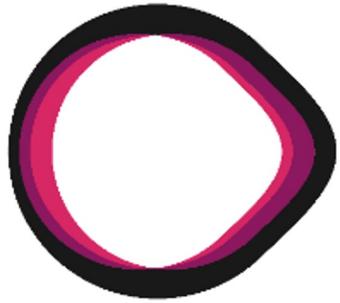
- Der Klimaindikator Heiztag beschreibt Tage, an denen in der Schweiz typischerweise geheizt wird (wenn mittlere Tagesmitteltemperatur ≤ 12 °C).
- Heizgradtage (HGT) ermöglichen Rückschlüsse auf den klimabedingten Heizenergieverbrauch und dienen der Kontrolle der Heizanlage.
- HGT = Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen einer angestrebten Raumlufttemperatur von 20 °C und der gemessenen Tagesmitteltemperatur aller Heiztage in einem Jahr.
- Die Anzahl Heiztage ist schweizweit in den letzten Jahren zurückgegangen.

Wärmepumpen in Berggebieten

Fazit

- Mehrheitlich sind es Luft/Wasser WP, Beispiele auf rund 1'000 bis 1'600 m.ü.M.
- Förderprogramme Heizungersatz in Berggebieten, («Green-Deal» im Kanton Graubünden, Energie Zukunft Schweiz Klik), Verdoppelung der Fördergesuche, Höhe der Förderungen unterscheiden sich von Kanton zu Kanton
- Bei sehr tiefen Aussenlufttemperaturen sinkt die max. mögliche VL-Temperatur bei Luft/Wasser WP. Dies kann zu Problemen bei der BWW-Ladung führen.
- Je nach Wärmeabgabesystem (Radiatoren) werden hohe VL-Temperaturen benötigt, Heizgradtage nehmen aber tendenziell ab
- Empfehlung: Luft/Wasser WP in Kombination (bivalent) mit Cheminées für Komfort und um Energieverbrauch an Spitzentagen zu reduzieren

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit! Fragen?



OST

Ostschweizer
Fachhochschule

IES

INSTITUT FÜR
ENERGIESYSTEME



Dr. Cordin Arpagaus

Ostschweizer Fachhochschule
Departement Technik
Institut für Energiesysteme IES

cordin.arpagaus@ost.ch

Tel. +41 58 257 34 94

www.ost.ch/ies

